

PENGARUH NISBAH *FILLER* ABU SAWIT (UKURAN DIREDUKSI)/CARBON BLACK DAN TEMPERATUR PENCAMPURAN TERHADAP MORFOLOGI DAN SIFAT KOMPOSIT POLIPROPILEN/KARET ALAM

Septiana Veronika S¹⁾, Bahrudin²⁾ dan Ahmad Fadli²

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru Kode Pos 28293

email: septianaveronikasitinjak@gmail.com

ABSTRACT

Fly ash (reduced particle size)/carbon black (CB) have been used as the main fillers that increase the quality of rubbers. As each filler possesses its own advantages, the use of fly ash (reduced particle size)/CB blends should enhance the mechanical properties of natural rubber (NR) vulcanizates. This research investigated the effect of blend ratio filler fly ash (reduced particle size)/carbon black and mixing temperature on morphology and mechanical properties of polypropylene (PP)/NR composite. Variation of blend ratio fly ash (reduced particle size)/CB at 0/100, 30/70, 50/50, 70/30 and 100/0 were studied in order to determine the optimum fly ash (reduced particle size)/CB ratio that giving rise to the optimum properties. The rubber compound has been made by two roll mill at ambient temperature and 20 rpm rotor speed. Dynamic vulcanization was done on internal mixer at various mixing temperature 175 °C, 180 °C, and 185 °C. Rotor speed on internal mixer at 60 rpm. The mechanical properties was done by Universal Testing Machine (UTM) and the morphology was examined by Scanning Electron Microscopy (SEM). The optimum result was found at fly ash (reduced particle size) /CB ratio filler 30/70 and the optimum temperature was 175°C. The best mechanical properties was given on tensile strength 2,4 MPa, elongation at break 14,9 % and modulus elastic 71,6 MPa.

Keywords: carbon black, fly ash, maleated natural rubber, natural rubber, polypropylene

I. PENDAHULUAN

Penggunaan karet alam dalam industri relatif tidak berubah. Sebagai besar karet alam digunakan sebagai bahan dasar pembuatan ban. Selebihnya digunakan untuk produksi non ban seperti bahan dasar pembuatan baju karet, sarung tangan, sepatu karet dan penggunaan lainnya. Data biro pusat statistik (2012) menunjukkan Indonesia memiliki lahan perkebunan karet terluas di dunia yaitu seluas 3,4 juta hektar, diikuti Thailand seluas 2,6 juta hektar dan Malaysia 1,02 juta hektar (Dinas Perkebunan Provinsi Riau, 2012). Oleh karena itu Indonesia merupakan daerah strategis untuk pengembangan produk-produk baru berbahan dasar karet alam.

Karet alam sebagai salah satu komoditas pertanian yang penting di Indonesia membutuhkan berbagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menciptakan

produk-produk baru berbasis karet alam. Salah satu material yang dapat dikembangkan dari karet alam adalah kombinasi karet alam (KA) dengan termoplastik polipropilen (PP) yang disebut komposit PP/KA atau lebih dikenal dengan sebutan *thermoplastic vulcanizate* (TPV). Material komposit PP/KA yang telah dikembangkan ke tahap komersial dibuat dari bahan baku karet sintetik *ethylene propylene diene rubber* (EPDM) dan polipropilen (PP). Penggunaannya dijumpai dalam bidang otomotif, bangunan dan konstruksi, kabel dan lain-lain.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan spesifikasi material komposit PP/KA adalah dengan menambahkan bahan pengisi (*filler*). Seperti penelitian yang telah dilakukan Bahrudin (2007) yang membuat komposit PP/KA tanpa menggunakan *filler*. Ramadhan (2011)

membuat material komposit PP/KA dengan menggunakan *filler hybrid* abu sawit (*fly ash*) dengan *carbon black*. Pembuatan komposit PP/KA oleh Martani (2013) menggunakan *filler hybrid* abu sawit (*fly ash*) dengan *carbon black* menggunakan *compatibilizer maleated natural rubber* (MNR). Yanti (2013) membuat komposit PP/KA menggunakan *filler hybrid* abu sawit (*fly ash*) dengan *carbon black* dengan menggunakan paduan *compatibilizer* Mapp dan MNR. Namun penelitian-penelitian tersebut belum menghasilkan material TPV yang memiliki sifat mekanik tinggi.

Penelitian ini membuat komposit berbasis PP dan KA menggunakan *filler* abu sawit (ukuran direduksi) /*carbon black* dengan metoda vulkanisasi dinamik. Abu sawit sebagai sumber silika dapat meningkatkan kekuatan sobek dan ketahanan abrasi. *Carbon black* dapat meningkatkan ketahanan abrasi, kuat sobek, kuat tarik, dan kekakuan (Saowapark, 2007). Penggunaan *filler* dengan ukuran direduksi hingga 100-1000nm (*semi reinforcing*) dalam campuran polimer diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanis material seperti kuat tarik dan kekerasan (Waqiyuddin, 2010). Sehingga perpaduan keduanya sebagai *filler* dengan ukuran direduksi akan memberikan sifat dan morfologi komposit berbasis karet alam yang lebih baik dari sebelumnya. Informasi tersebut dapat digunakan untuk mengembangkan pengkajian lebih lanjut terhadap proses produksi material komposit berbasis PP dan karet alam.

Penulis mempelajari pengaruh nisbah *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/ *carbon black* terhadap sifat mekanik dan morfologi material komposit PP/KA.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Penyiapan *Compatibilizer Maleated Natural Rubber* (MNR)

Karet alam (NR) dimastikasi di dalam internal mixer jenis *internal mixer* jenis *Banbury* tipe B60 B dengan monitor *labo plastomill* model 30R150 dan ROI B-60 selama 2 menit dengan temperatur 160°C dan kecepatan rotor 60 rpm. Setelah di mastikasi ditambahkan *maleat anhidrida* (MA) dengan konsentrasi 8 phr dan di-mixer selama 12 menit. *Maleated anhidrida* (MA) yang tidak

ter-grafting pada karet alam dihilangkan dengan cara merefluks dengan toluena pada temperatur 110°C selama 5 jam. Kemudian MNR yang telah bebas MA dikeringkan dengan pengovenan pada temperatur 40°C selama 24 jam.

2.2 Penyiapan Kompon Karet

Kompon karet merupakan campuran yang terdiri dari SIR-20 (PT Ricri Rumbai-Indonesia), campuran *filler* abu sawit (ukuran direduksi) (PT. Sarikat Putra Riau Sorek, Pekanbaru)/*carbon black* (N330), *plasticizer paraffin*, asam stearat (ko-aktivator, produksi oleh PT. Sumi Asih Oleochemical Industry), zinc oxide (aktivator, produksi oleh Global Chemical, Thailand), *Mercaptodibenzo-thiazole disulfide* (MBTS) digunakan sebagai akselerator, produksi oleh Nanjing Chemical Plant, China), sulfur (produksi PT. Ganda Mekar, Indonesia) dan *Trimetil quinone* (TMQ) tipe Flectol TMQ digunakan sebagai anti degradant, produksi oleh Flexys, Germany. Kompon karet dibuat dengan menggunakan Two Roll Mixing Mill dengan spesifikasi TXK-160 x 320 *Lie-Hoe Engineering & Trading* SDN. BHD. Poses pembuatannya dilakukan pada suhu kamar dengan urutan proses pencampuran ditunjukkan pada Tabel 1, pada penambahan *filler* dilakukan variasi nisbah *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/*carbon black*, 0/100; 30/70; 50/50; 70/30 dan 100/0.

Tabel 1. Schedule pencampuran material untuk pembuatan kompon karet menggunakan two-roll mill

Aktivitas	Waktu Proses (menit ke-)
Mastikasi Karet (100 phr)	0
Penambahan <i>paraffin</i> (5 phr)	5
Penambahan <i>filler</i> (5 phr) abu sawit (ukuran direduksi)/ <i>carbon black</i>	10
Penambahan ZnO (5phr)	15
Penambahan Asam Stearat (2phr)	16
Penambahan TMQ (1phr)	17
Penambahan MBTS (0,6 phr)	18
Penambahan Sulfur (3 phr)	20
Penghentian proses pencampuran	30

2.3 Pembuatan Komposit PP/KA

Pencampuran kompon dan polipropilen ((PF 1000) yang digunakan sebagai *thermoplastic* adalah Polytam PF1000 (*film grade*) dengan MFI 10 g/10 menit pada 230 °C dan densitas 0,91 g/cm³, diproduksi oleh PT. Pertamina (persero), Plaju) menggunakan Internal Mixer kecepatan rotor 60 rpm, dengan urutan proses sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2. Proses pencampuran dilakukan variasi temperatur yaitu, 175°C, 180°C, dan 185°C.

Tabel 2. Schedule pencampuran material untuk pembuatan komposit PP/KA menggunakan internal mixer

Aktivitas	Waktu Proses (menit ke-)
Pelelehan Polipropilen (PP)	0
Penambahan kompon karet	5
Penambahan MNR	6
Penghentian proses pencampuran	12

Kemudian material komposit PP/KA yang dihasilkan, dipersiapkan untuk pengujian sifat mekanik *tensile strength*, *elongation at break*, dan *modulus elastic* berdasarkan standar ASTM D412. Spesimen dicetak menggunakan *dumbell* sebanyak 5 spesimen. Spesimen tersebut diuji tarik dengan kecepatan 50 mm/menit. Hasil uji tarik yang diperoleh berupa grafik hubungan tegangan (*stress*) terhadap regangan (*strain*) dari masing-masing spesimen uji.

Pengujian morfologi menggunakan SEM. Sampel yang akan dianalisa direndam dalam nitrogen cair selama ±2 menit. Setelah itu sampel dipatahkan dan dilapisi platina (*coating* platina) agar sampel bersifat konduktor.

Uji serapan air dilakukan dengan memotong lembaran 1 cm x 1 cm x 2 mm dan ditimbang sebagai berat awal. Selanjutnya sampel direndam dalam air suling pada temperatur ruang dan ditimbang dengan selang waktu 24 jam. Persentase serapan air dihitung dengan:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\%$$

Keterangan :

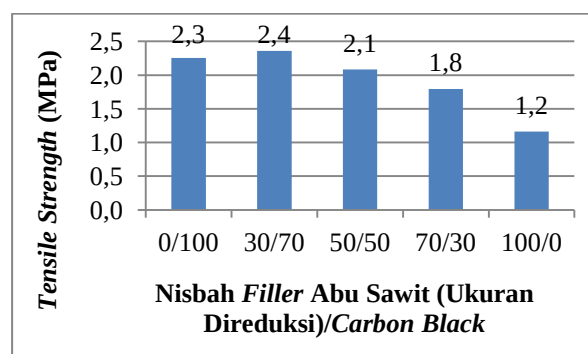
W_k = berat sampel kering (gr)

W_b = berat sampel setelah direndam air (gr)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Nisbah Filler

Pengaruh nisbah *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/*carbon black* terhadap *tensile strength* dengan temperatur pencampuran 175°C dapat dilihat pada Gambar 1. Nilai *tensile strength* tertinggi diperoleh pada nisbah *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/*carbon black* 30/70. Hal ini dikarenakan penambahan abu sawit kedalam campuran *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/*carbon black*. Silika yang dimiliki abu sawit memiliki fungsi sebagai bahan isian yang akan menambah penguatan karet alam. Hasil berbeda ditunjukkan saat dilakukan peningkatan kadar *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi dalam campuran nisbah *filler*. Sifat kuat tarik *tensile strength* menurun seiring bertambahnya kadar abu sawit (ukuran direduksi) dalam campuran nisbah *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/*carbon black* 50/50, 70/30 dan 100/0.

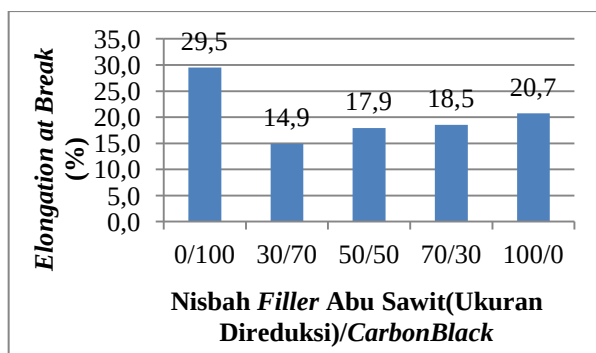


Gambar 1. Pengaruh Nisbah Abu Sawit (Ukuran Partikel Direduksi)/CarbonBlack terhadap Tensile Strength dari Material Komposit PP/KA

Penurunan sifat penguatan dapat disebabkan jumlah silika pada abu sawit yang semakin banyak ditambahkan ke dalam campuran *filler* menjadikan silika cenderung membentuk aglomerasi dalam campuran karet alam. Aglomerasi yang terbentuk menyebabkan campuran komposit menjadi rapuh sehingga mudah putus saat menerima gaya. Gugus Si-OH pada silika akan membentuk ikatan hidrogen antar molekul silika sehingga menyebabkan interaksi *filler-filler* lebih kuat (Aglomerasi) dibandingkan interaksi *filler* terhadap matriks (Kaewsakul, 2013).

Hasil uji tarik material komposit PP/KA dengan variasi nisbah *filler* dengan temperatur pencampuran 175°C terhadap *elongation at break* dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai *elongation at break* tertinggi diperoleh pada nisbah *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/*carbon black* 0/100. Hal ini dapat terjadi dikarenakan adanya kehadiran *carbon black* dalam campuran *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* yang dapat meningkatkan nilai *elongation at break*. Permukaan *carbon black* yang bersifat non polar cocok dengan karet alam yang tersusun dari rantai hidrokarbon. Gugus karboksil, lakton quinon dan gugus organik lainnya yang dimiliki *carbon black* memberikan afinitas yang tinggi untuk berinteraksi dengan karet alam (Kaewasakul, 2013).

Ukuran nano dari *carbon black* memberikan luas permukaan yang tinggi sehingga memberikan peluang yang besar untuk kontak dengan permukaan karet. Sehingga penambahan *carbon black* pada campuran *filler* silika akan meningkatkan sifat mekanik seperti *abrasion resistance* dan *tear strength* (Saowapark, 2007).

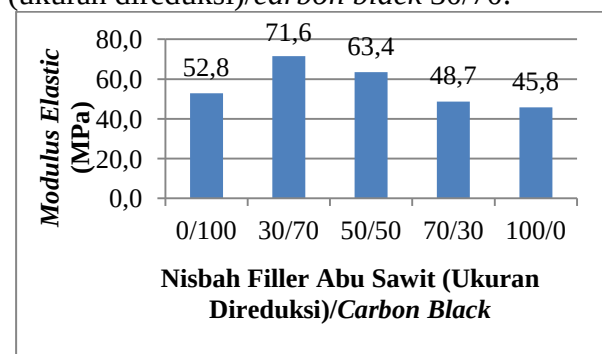


Gambar 2. Pengaruh Nisbah Abu Sawit (Ukuran Partikel Direduksi)/CarbonBlack terhadap *Elongation at Break* dari Material Komposit PP/KA

Penurunan nilai *elongation at break* terjadi saat dilakukan penambahan *filler* abu sawit dalam campuran nisbah *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/*carbon black*. Distribusi *filler* yang tidak merata dapat menjadi salah satu penyebab rendahnya nilai *elongation at break*. Diduga terjadinya aglomerasi (penggumpalan) silika yang menyebabkan material komposit menjadi rapuh. Namun peningkatan nilai *elongation at break* terjadi pada nisbah *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* 50/50, 70/30 dan

100/0. Kenaikan nilai *elongation at break* tidak setinggi nilai *elongation at break* pada nisbah *filler* 0/100. Hal ini dapat disebabkan sulit terjadinya distribusi yang merata antara *filler* terhadap matriks PP pada material komposit PP/KA. Karet alam yang memuat *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* tidak berikatan dengan baik terhadap PP. Sehingga ketika dilakukan uji penarikan, perpanjangan spesimen yang dihasilkan masih rendah, yang menyebabkan nilai *elongation at break* menjadi rendah.

Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian kuat tarik *modulus elastic* terhadap masing-masing variasi nisbah *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black*. Nilai *Modulus elastic* berbanding terbalik dengan *elongation at break*. Secara keseluruhan dapat dilihat nilai *modulus elastic* semakin menurun seiring bertambahnya kadar abu sawit dengan ukuran direduksi dalam campuran nisbah *filler* abu sawit/*carbon black*. Nilai *modulus elastic* tertinggi diperoleh pada nisbah *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/*carbon black* 30/70.

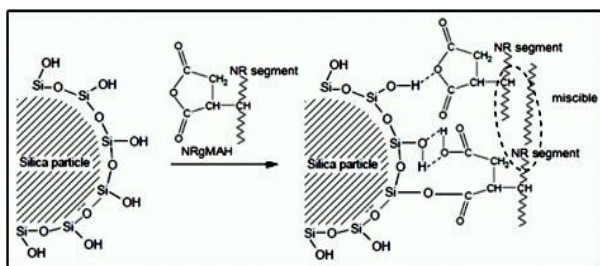


Gambar 3. Pengaruh Nisbah Abu Sawit dengan Ukuran Partikel Direduksi/CarbonBlack terhadap *Modulus Elastic* dari Material Komposit PP/KA

Tingginya nilai *modulus elastic* dapat disebabkan karena adanya penambahan abu sawit dengan ukuran direduksi hingga 700-800 nm pada campuran *filler* abu sawit/*carbon black*. Silika yang ada pada abu sawit mampu meningkatkan kekerasan dari material komposit. Pernyataan ini didukung oleh Waqiyuddin (2010) yang menyatakan *filler* dengan kategori *semi reinforcing* (100-1000 nm) akan meningkatkan sifat mekanik seperti *strength* dan *modulus elastic*. Namun nilai *modulus elastic* menurun seiring dilakukan peningkatan kadar *filler* abu sawit (ukuran direduksi) pada nisbah *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/*carbon black*. Hal ini dapat

dikarenakan penambahan kadar abu sawit dengan ukuran direduksi dalam jumlah yang lebih banyak dapat menyebabkan aglomerasi dalam material komposit PP/KA. Aglomerasi ini cenderung terjadi karena silika memiliki gugus hidroksil yang bersifat polar yang akan berusaha membentuk ikatan hidrogen dengan molekul silika lainnya (Kaewasakul, 2013).

Sifat mekanik yang rendah pada penelitian ini dapat disebabkan masih lemahnya interaksi polipropilen dengan karet alam. Ukuran *filler* abu sawit dengan ukuran partikelnya direduksi belum mampu meningkatkan sifat mekanik. Ukuran partikel yang kecil memberikan luas permukaan sentuh yang semakin besar untuk kontak dengan karet alam, sehingga *filler* dapat terdistribusi merata pada material komposit PP/KA. Selain itu penggunaan MNR sebagai *compatibilizer* juga dapat meningkatkan interaksi antara silika dengan polimer. Namun diduga pada penelitian ini MNR membentuk ikatan yang lebih kuat dengan molekul karet pada NR dan molekul karet alam pada KA sehingga menjadikan interaksi antara PP terhadap KA menjadi lemah dan ketika material komposit dilakukan penarikan (uji tarik) ikatan polimer PP dan KA dengan mudahnya terlepas. Hal ini menunjukkan bahwa material komposit yang dihasilkan tidak homogen dan rapuh. Artchomphoo dan Saijan (2013) memberikan gambaran interaksi gugus hidroksil pada permukaan silika terhadap gugus anhidrida dari MNR (Gambar 4).



Gambar 4. Interaksi antara Gugus Anhidrida pada MNR dengan Gugus Hidroksil pada permukaan Silika (Artchomphoo, 2013)

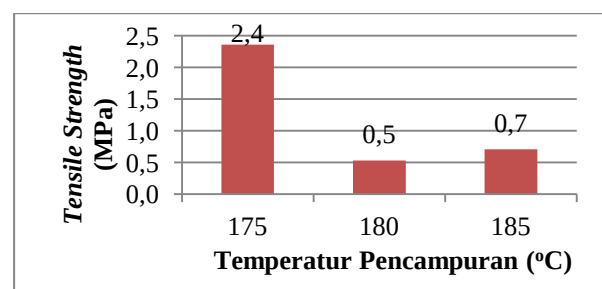
Gugus anhidrida pada MNR akan bereaksi secara kimia dengan gugus silanol pada permukaan silika sehingga dapat mengurangi interaksi *filler-filler*. Disamping itu molekul karet alam pada MNR juga akan

berinteraksi dengan molekul karet alam pada KA.

Ukuran *filler* abu sawit yang direduksi hingga 700-800 nm dapat dikategorikan ke dalam *fillersemi reinforcing*. *Filler* dengan kategori *semi reinforcing* (100-1000 nm) diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik seperti *tensile strength* dan *modulus elastic* (Waqiyuddin, 2010). Namun ukuran partikel abu sawit yang direduksi belum berpengaruh besar terhadap sifat mekanik yang dihasilkan. Silika yang ada pada abu sawit lebih cenderung membentuk aglomerasi. Hal ini disebabkan gugus hidroksil pada permukaan silika lebih kuat membentuk ikatan hidrogen antar molekul silika dengan silika lainnya sehingga interaksi *filler-filler* lebih kuat dibandingkan interaksi *filler* terhadap matriks PP/KA. Selama interaksi silika (*filler*)-campuran PP/KA lebih lemah dari interaksi silika-silika, maka yang terjadi adalah pembentukan silika yang besar (aglomerasi), penyebaran (dispersi) partikel silika didalam fasa yang tidak merata berakibat kepada efek penguatan dari silika menjadi rendah.

3.2 Pengaruh Temperatur Pencampuran

Hasil uji kuat tarik *tensile strength* material komposit PP/KA dengan variasi temperatur pada nisbah abu sawit/carbon black 30/70, dan kadar *compatibilizer* MNR 5 phr dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh Temperatur Pencampuran Material Komposit PP/KA dengan Nisbah *Filler* Abu Sawit dengan Ukuran Partikel Direduksi/Carbon Black 30/70 terhadap *Tensile Strength*

Dari Gambar 5 dapat dilihat pengaruh temperatur pencampuran terhadap sifat mekanik *tensile strength*. Secara keseluruhan sifat mekanik *tensile strength* semakin menurun seiring meningkatnya temperatur pencampuran dalam *internal mixer*. Nilai

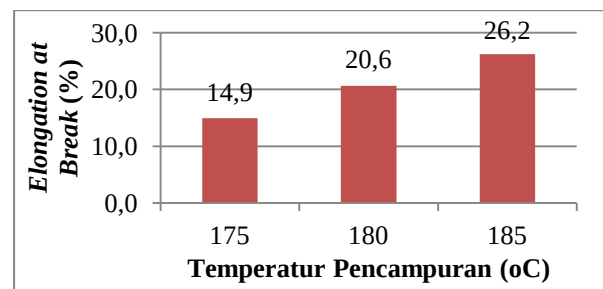
tensile strength tertinggi diperoleh pada temperatur pencampuran 175°C yaitu sebesar 2,4 MPa. Ketika temperatur pencampuran ditingkatkan hingga 180°C nilai *tensile strength* yang dihasilkan menjadi turun, yaitu diperoleh nilai *tensile strength* 0,5 MPa. Kenaikan temperatur pencampuran selanjutnya yaitu temperatur 185°C *tensile strength* kembali meningkat meskipun tidak signifikan, yaitu sebesar 0,7 MPa.

Dari nilai *tensile strength* yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa temperatur pencampuran optimal yang dapat menghasilkan sifat *tensile strength* terbaik adalah pada temperatur 175°C. Diindikasikan bahwa pada temperatur pencampuran 175°C telah terjadi distribusi yang baik antara fasa KA yang memuat *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* terhadap fasa pendispersi PP sehingga dihasilkan sifat mekanik yang maksimal. Hal ini didukung oleh Folkes (1993) yang menyebutkan bahwa semakin tinggi temperatur pencampuran maka semakin baik sifat dan morfologi campuran hingga mencapai titik maksimum. Jika temperatur pencampuran telah melebihi titik maksimum maka yang terjadi adalah penurunan terhadap sifat dan morfologi campuran yang dikarenakan terjadinya degradasi polimer.

Pada Gambar 6 dapat dilihat pengaruh temperatur pencampuran terhadap sifat mekanik *elongation at break*. Secara keseluruhan sifat mekanik *elongation at break* semakin meningkat seiring bertambahnya temperatur pencampuran dalam *internal mixer*. Nilai *elongation at break* terendah diperoleh pada temperatur pencampuran 175°C yaitu sebesar 14,9%. Ketika temperatur pencampuran ditingkatkan hingga 180°C nilai *elongation at break* yang dihasilkan semakin meningkat walaupun yaitu diperoleh nilai *elongation at break* 20,6%.

Peningkatan nilai *elongation at break* mengindikasikan mulai terbentuk campuran yang cukup merata antara fasa terdispersi KA kedalam fasa pendispersi PP. Untuk kenaikan temperatur pencampuran selanjutnya yaitu temperatur 185°C *elongation at break* yang dihasilkan sebesar 26,2%. Nilai *elongation at break* tertinggi terjadi pada temperatur pencampuran 185°C. Hal ini dikarenakan

kehadiran *carbon black* yang dapat meningkatkan *elongation at break* jika ditinjau dari interaksi *filler carbon black* dan karet alam lebih kuat.

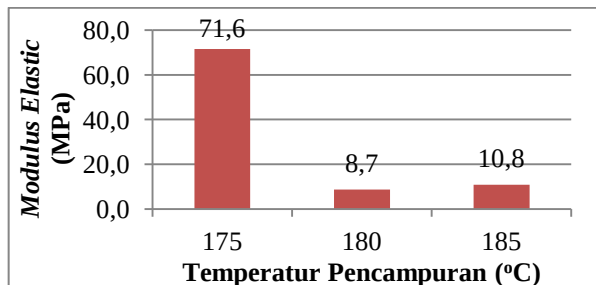


Gambar 6. Pengaruh Temperatur Pencampuran Material Komposit PP/KA dengan Nisbah Filler Abu Sawit dengan Ukuran Partikel Direduksi/Carbon Black 30/70 terhadap Elongation at Break

Permukaan *carbon black* yang bersifat non polar cocok dengan karet alam yang tersusun dari rantai hidrokarbon. Selain itu *carbon black* dengan ukuran partikel nano memberikan luas permukaan yang tinggi sehingga memberikan peluang yang besar untuk kontak dengan permukaan karet. Sehingga penambahan *carbon black* pada campuran *filler* silika akan meningkatkan sifat mekanik *elongation at break*. Walaupun memberikan nilai *elongation at break* tertinggi, nilai *elongation at break* tersebut masih belum mencapai standar *thermoplastic Vulcanizate* (TPV) yang diinginkan.

Gambar 7 memperlihatkan bahwa kondisi proses, terutama temperatur di *internal mixer* memberi pengaruh pada sifat mekanik *modulus elastic* komposit PP/KA. *Modulus elastic* atau yang lebih dikenal dengan sebutan kuat lentur merupakan beban awal yang diperlukan untuk membuat material sampel menjadi elastis. Secara keseluruhan sifat mekanik *modulus elastic* semakin menurun seiring meningkatnya temperatur pencampuran dalam *internal mixer*. Nilai *modulus elastic* tertinggi diperoleh pada temperatur pencampuran 175°C yaitu sebesar 71,6 MPa. Ketika temperatur pencampuran ditingkatkan hingga 180°C nilai *modulus elastic* yang dihasilkan menjadi turun drastis, yaitu diperoleh nilai *modulus elastic* 8,7 MPa. Untuk kenaikan temperatur pencampuran selanjutnya yaitu temperatur 185°C *modulus elastic* kembali meningkat meskipun tidak

signifikan, yaitu sebesar 10,8 MPa. Dari nilai *modulus elastic* yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa temperatur pencampuran optimal yang dapat menghasilkan sifat *modulus elastic* terbaik adalah pada temperatur 175°C.



Gambar 7. Pengaruh Temperatur Pencampuran Material Komposit PP/KA dengan Nisbah Filler Abu Sawit dengan Ukuran Partikel Direduksi/Carbon Black 30/70 terhadap Modulus Elastic

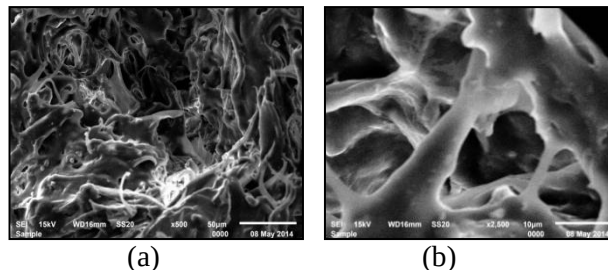
Nilai uji sifat mekanik yang optimal didapatkan pada temperatur 175°C. Penurunan terjadi ketika temperatur dinaikkan hingga menjadi 185°C. Penurunan sifat mekanik *modulus elastic* terjadi seiring dengan kenaikan temperatur pencampuran yang menyebabkan turunnya viskositas polipropilen. Penurunan viskositas fasa termoplastik polipropilen mengakibatkan terbentuknya perbedaan viskositas yang semakin besar antara fasa karet alam dengan fasa termoplastik. Hal ini menyebabkan lemahnya interaksi yang terjadi antara kedua polimer tersebut (Haddadi-Asl dkk, 1996).

3.3 Analisa Morfologi

Morfologi dari material komposit PP/KA diketahui berdasarkan hasil uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Dalam analisis foto SEM dapat diketahui bentuk dan perubahan permukaan dari material yang diuji. Gambar permukaan yang diperoleh merupakan topografi dengan segala tonjolan, lekukan, dan lubang pada permukaan.

Mikrograf SEM material komposit PP/KA dengan nisbah *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/carbon black 30/70 pada temperatur pencampuran 175°C ditunjukkan pada Gambar 8(a) dan (b). Gambar morfologi diambil dengan 2 kali perbesaran, yaitu 500 dan 2500 kali. Gambar dengan perbesaran 100 kali bertujuan untuk melihat penyebaran *filler* pada matriks

polimer dan gambar dengan 2500 kali perbesaran bertujuan untuk melihat interaksi *filler* terhadap matriks polimer.



Gambar 8. Mikrograf SEM Material Komposit PP/KA pada Nisbah Filler Abu Sawit dengan Ukuran Direduksi/Carbon Black 30/70 pada Temperatur Pencampuran 175°C (a) Perbesaran 500x, dan (b) Perbesaran 2500x

Dari Gambar 8(a) dapat dilihat distribusi *filler* yang cukup merata dan fasa KA yang terdispersi dalam matriks PP. Tampilan permukaan memperlihatkan rongga-rongga yang tersebar relatif merata. Hal ini menunjukkan adanya interaksi antara matriks PP dengan fasa karet dan *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/carbon black yang terdispersi di dalamnya. Bagian hitam pada gambar tersebut menunjukkan partikel karet yang terdistribusi dalam matriks PP sedangkan bagian abu-abu menunjukkan matriks PP.

Gambar 8(b) merupakan mikrograf SEM yang dilakukan pada bagian patahan material komposit PP/KA. Gambar tersebut menunjukkan interaksi *filler* terhadap fasa KA yang terdispersi dalam matriks PP. Ruang kosong pada gambar menunjukkan bahwa fasa karet tidak bercampur baik dalam matriks PP. Rongga kosong tersebut terbentuk ketika dilakukan pematahan terhadap sampel yang akan diuji SEM. Proses pematahan tersebut menyebabkan ikatan yang lemah antara fasa karet dengan matriks PP tersebut menjadi lepas akibat adanya aglomerasi dari *filler* silika. Aglomerasi terjadi dikarenakan silika pada abu sawit memiliki gugus hidroksil yang akan membentuk ikatan hidrogen dengan molekul silika lainnya. Aglomerasi dari silika menyebabkan material komposit PP/KA menjadi rapuh.

Penyebaran *filler* yang cukup merata pada gambar dengan perbesaran yang lebih kecil belum mengindikasikan bahwa interaksi antara polimer dan *filler* juga akan baik. Hal

ini berpengaruh terhadap nilai *tensile strength* material komposit PP/KA tersebut, dimana *tensile strength* yang dihasilkan masih rendah yaitu 2,4 Mpa dan belum mencapai standar TPV komersil. *Elongation at break* material komposit PP/KA pada penelitian ini juga masih rendah yaitu sebesar 14,9%. Rongga-rongga kosong yang ada mengindikasikan interaksi yang kurang baik antara *filler* dan polimer. Sifat kuat tarik *modulus elastic* berpengaruh terhadap morfologi material komposit PP/KA. Nilai *modulus elastic* yang besar pada penelitian ini yaitu 71,6 MPa menunjukkan morfologi komposit PP/KA yang kuat dan keras.

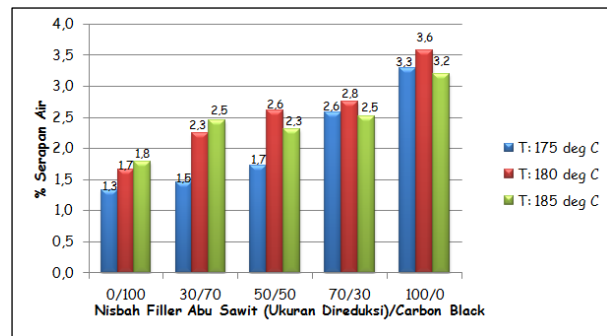
3.4 Sifat Serapan Air

Apabila suatu material komposit memiliki sifat serapan air yang tinggi maka material tersebut rapuh dan memiliki sifat mekanik yang rendah. Hal ini dapat dibuktikan dengan pengujian sifat serapan air yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.8. Pengukuran sifat serapan air dilakukan dengan merendam sampel selama 6 hari sampai diperoleh massa konstan. Sampel dibuat dengan ukuran 1 cm x 1 cm dan terdapat 2 spesimen dalam satu sampel.

Dari Gambar 9 dapat dilihat pengaruh dari penggunaan variasi nisbah *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* terhadap sifat serapan air material komposit PP/KA. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa sifat serapan air meningkat seiring bertambahnya kadar *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi dalam campuran *filler* abu sawit/*carbon black* pada seluruh variasi temperatur. Pada variasi temperatur pencampuran 175°C, sifat serapan air terendah dihasilkan pada sampel yang memiliki nisbah *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* 0/100 yaitu sebesar 1,33 dan untuk variasi temperatur pencampuran 180°C dan 185°C diperoleh nilai serapan air sebesar 1,65% dan 1,79%. Sampel ini memiliki kadar penyerapan air yang paling rendah dibanding sampel lainnya.

Rendahnya sifat serapan air pada sampel dikarenakan pada sampel dengan nisbah *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* 0/100, *filler* yang digunakan sepenuhnya

menggunakan *carbon black* yang relatif tidak menyerap air.



Gambar 9 Pengaruh Nisbah dan Massa Filler Abu Sawit dengan Ukuran Direduksi/Carbon Black terhadap Sifat Serapan Air Material Komposit PP/KA

Pada nisbah *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* 30/70 pada temperatur pencampuran 175°C, 180°C dan 185°C diperoleh nilai serapan air yaitu berturut-turut sebesar 1,45%, 2,25% dan 2,46%. Nilai serapan air pada nisbah *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* 30/70 mengalami kenaikan dibandingkan dengan nisbah *filler* 0/100. Hal ini dikarenakan adanya penambahan *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi ke dalam campuran *filler*. Silika yang ada didalam abu sawit memiliki sifat *hydrophilic* yang tinggi. Sifat *hydrophilic* yang tinggi ini dikarenakan adanya gugus hidroksil (-OH) pada permukaan silika yaitu Silanol, Si-OH. Gugus hidroksil tersebut akan membentuk ikatan hidrogen saat kontak dengan molekul air, H₂O (H-OH) (Kaewasakul, 2013).

Nilai serapan air pada nisbah *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* 50/50 pada setiap temperatur pencampuran 175°C, 180°C dan 185°C diperoleh nilai serapan air yaitu berturut-turut sebesar 1,73%, 2,61% dan 2,31%. Nilai serapan air pada nisbah *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* 50/50 juga mengalami kenaikan dibandingkan sampel dengan nisbah *filler* 30/70. Hal yang sama juga berlaku pada nisbah *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* 70/30 terjadi kenaikan serapan air dibandingkan dengan nisbah *filler* 50/50. Nilai serapan air pada setiap temperatur pencampuran 175°C, 180°C dan 185°C

diperoleh nilai serapan air yaitu berturut-turut sebesar 2,57%, 2,75% dan 2,51%.

Sifat serapan air tertinggi diperoleh pada nisbah *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi/*carbon black* 100/0 pada setiap temperatur pencampuran 175°C, 180°C dan 185°C yaitu 3,29%, 3,57% dan 3,20%. Meningkatnya sifat serapan air terjadi seiring bertambahnya kadar *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi kedalam campuran *filler*. Hal ini dikarenakan semakin banyak kadar *filler* abu sawit dengan ukuran direduksi yang ditambahkan dalam campuran *filler* maka semakin banyak jumlah silika yang ada pada *filler* sehingga semakin banyak silika yang membentuk ikatan hidrogen saat kontak dengan air. Jumlah silika yang membentuk ikatan hidrogen dengan air memberikan tambahan massa kedalam sampel, sehingga dihasilkan persentase serapan air yang semakin besar pada kadar *filler* abu sawit yang semakin banyak.

IV. KESIMPULAN

Sifat mekanik terbaik material komposit PP/KA diperoleh dengan nilai *tensile strength* 2,4 MPa, *elongation at break* 14,9 % dan *modulus elastic* sebesar 71,6 MPa pada nisbah *filler* abu sawit (ukuran direduksi)/*carbon black* 30/70 dan temperatur pencampuran optimum 175°C. Nilai *modulus elastic* material komposit PP/KA meningkat dikarenakan penggunaan *filler* abu sawit yang ukuran partikelnya direduksi hingga 700-800 nm (*semi reinforcing*). Sifat mekanik yang dihasilkan pada material komposit PP/KA pada penelitian ini belum mencapai spesifikasi *Thermoplastic Vulcanizate* (TPV) komersial. Spesifikasi TPV yang diharapkan seharusnya menghasilkan nilai *tensile strength* 3-7 MPa, *elongation at break* lebih dari 100%.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Laboratorium TBAM (Teknologi Bahan Alam dan Mineral) Universitas Riau, Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan Universitas Riau serta LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan

Indonesia) Fisika Bandung atas kerja sama dalam penelitian ini. Kepada Lili Saktiani atas bantuan dalam melaksanakan penelitian pembuatan komposit PP/KA ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Artchomphoo., J dan D. Saijan, 2013, The Effect of Modified Natural Rubber and Silane on Properties of Silica Filled Natural Rubber Composite, *Journal of Applied Sciences Research*, 6032-6038.
- Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM), 2013, *Ketersediaan Lahan Komoditi Karet*, <http://regionalinvestm.ent.bkpm.go.id>, diakses tanggal 12 Maret 2013.
- Bahrudin, Sumarno, G. Wibawa dan N. Soewarno, 2007, *Morfologi dan Properti Campuran Karet Alam/Polypropylene yang Divulkanisasi Dinamik Dalam Internal Mixer*, http://eprints.undip.ac.id/2173/1/Artikel_Bahrudin_Ibrahim_ITS_5.pdf, 4 Februari 2012.
- Dinas Perkebunan Provinsi Riau, 2012, <http://disbun.riau.go.id/index.php/artikel/87-potensi-dan-perkembangan-pasar-ekspor-karet-indonesia-di-pasar-dunia>, diakses tanggal 12 Maret 2013
- Folkes, M. J., 1993, *Polymer Blend and Alloys*, Great Britain: University Press, Cambridge.
- Haddadi-Asl, Vahid dan Toraj Mohammadi, 1996, Effect of Processing Methods and Conditions on Properties of Conductive Carbon-Polyolefins Composite, *Iranian Polymer Journal*, 153-164
- Kaewasakul, 2013, *Silica-Reinforced Natural Rubber for Low Rolling Resistance, Energy-Saving Tires*, Ph.D. Thesis, University of Twente, Enschede, the Netherlands, and Prince of SongklaUniversity, Pattani Campus, Thailand.
- Martani., R, 2011, "Pengaruh Kadar Compatibilizer Maleated Natural Rubber (MNR) dan Kondisi Proses Pencampuran Terhadap Morfologi dan Sifat Thermoplastic Vulcanizate (TPV) berbasis Karet Alam", Skripsi, Universitas Riau, Pekanbaru.

- Ramadhan., A, 2011, "*Rasio Massa Filler Hybrid Abu Sawit/Carbon Black terhadap Morfologi dan Sifat Komposit Polipropilena/Karet Alam*", Skripsi, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Saowapark, T, N., Rattanasom, dan C. Deeprasertkula, 2007, Reinforcement of Natural Rubber with Silica/Carbon black Hibrid Filler, *Polymer Testing*, 369–377.
- Waqiyuddin, 2010, "The Effect of Carbon Black Loadings on Tensile Strength of Rubber Vulcanizates", Thesis, Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering Universiti Malaysia Pahang, Malaysia.
- Yanti., N, 2013, "*Pengaruh Nisbah Compatibilizer MNR/mapp dan Waktu Pencampuran Terhadap Morfologi dan Sifat Thermoplastic Vulcanizate (TPV) berbasis Karet Alam*", Skripsi, Universitas Riau, Pekanbaru.